

Bending device for rod-shaped workpieces

Veröffentlichungsnummer: DE19830962 (A1)

Veröffentlichungsdatum: 2000-01-13

Erfinder: SCHWAAR MICHAEL [DE]; GARREIS FRANZ [DE];
BRAEUNLICH HANS [DE]

Anmelder: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]

Klassifikation:


- Internationale: *B21D7/02; B21D7/12; B21D9/05; B21D7/00; B21D7/02; B21D9/00; (IPC1-7): B21D7/04; B21D7/12; B21D9/05*

- Europäische: B21D7/02; B21D7/12; B21D9/05


Anmeldenummer: DE19981030962 19980710


Prioritätsnummer(n): DE19981030962 19980710


Auch veröffentlicht als


 DE19830962 (B4)


Zitierte Dokumente

 DE3635169 (C2)

 DE2435534 (B2)

 DE19706470 (A1)

 DE4323759 (A1)

 DE3834104 (A1)

Zusammenfassung von **DE 19830962 (A1)**

The bending device has a stationary workpiece chuck for holding a first section of the rod-shaped workpiece and a relatively displaced bending organ (4) for securing a second section of the workpiece. The bending organ has 3 translatory and 3 rotary degrees of movement, e.g. using 6 variable length struts (5) between the bending organ and the machine frame (6). An Independent claim for a rod-shaped workpiece bending method is also included.

Daten sind von der **esp@cenet** Datenbank verfügbar — Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 30 962 A 1**

9 Int. Cl.⁷:
B 21 D 7/04
B 21 D 7/12
B 21 D 9/05

21 Aktenzeichen: 198 30 962.7
22 Anmeldetag: 10. 7. 1998
43 Offenlegungstag: 13. 1. 2000

Vorlage	Ablage	2879
Haupttermin		
Eing.: 28. OKT. 2004		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

71 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

72 Erfinder:
Schwaar, Michael, 09232 Hartmannsdorf, DE;
Garreis, Franz, 08056 Zwickau, DE; Bräunlich, Hans,
08149 Vielau, DE

58 Entgegenhaltungen:
DE 36 35 169 C2
DE 24 35 534 B2
DE 197 06 470 A1
DE 43 23 759 A1
DE 38 34 104 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Vorrichtung und Verfahren zum Biegen stangenartiger Werkstücke

67 Eine Vorrichtung zum Biegen stangenartiger Werkstücke weist eine feststehende Werkstückaufnahme zum Erfassen eines ersten Werkstückabschnittes und ein relativ dazu bewegbares Biegeorgan zum Erfassen eines weiteren Werkstückabschnittes auf. Das Biegeorgan ist in drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden bewegbar. Aufgrund der hohen Beweglichkeit des Biegeorgans können auch räumlich sehr komplexe Werkstückgeometrien mit ein und demselben Biegeorgan hergestellt werden. Weiterhin wird ein entsprechendes Biegeverfahren offenbart.

DE 198 30 962 A 1

DE 198 30 962 A 1

4236

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Biegen stangenartiger Werkstücke, die eine feststehende Werkstückaufnahme zum Erfassen eines ersten Werkstückabschnittes und ein relativ dazu bewegbares Biegeorgan zum Erfassen eines weiteren Werkstückabschnittes aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Biegen stangenartiger Werkstücke.

Derartige Vorrichtungen bzw. Verfahren eignen sich zum Biegen von hohlen oder vollen stangenartigen Halbzeugen, beispielsweise von Stäben oder Rohren.

Insbesondere im Anlagenbau und Automobilbau finden komplexe, dreidimensionale Verrohrungen Anwendung, die mit Hilfe von CAD-Systemen entworfen werden. Die Werkstückgeometriedaten der einzelnen Teile der Verrohrung oder einer Profilgestaltung liegen bereits in der Entwurfsphase vor. Eine direkte Umsetzung der Werkstückgeometriedaten in einer einzigen Biegemaschine scheitert bisher an der geringen Fertigungsflexibilität bekannter Biegemaschinen.

Aus der EP 0 446 819 A2 ist eine Biegevorrichtung der eingangs genannten Art bekannt, bei der das Biegen mit Hilfe von Biegeschablonen erfolgt, zwischen die ein Rohr während des Biegevorganges eingespannt ist. Damit ist nur eine eingeschränkte Anzahl von Biegeradien biegebar. Je nach Werkstückgeometrie müssen die Biegeschablonen ausgetauscht werden. Die Fertigungsflexibilität ist dementsprechend gering. Komplexe Werkstückformen in variierender Gestalt sind damit nicht herstellbar.

Weiterhin ist aus der EP 0 362 698 A2 eine Maschine zum automatischen Biegen von Rohren in einem kontinuierlichen Verfahren bekannt. Der eigentliche Biegevorgang erfolgt hierbei durch Biegerollen, die quer zur Vorschubrichtung an das Rohr gedrückt werden können, um unterschiedliche Biegeradien zu erzielen. Zudem kann das Rohr während des Biegens gedreht werden. Das Spannungsverhalten in den Rohrwandungen folgt dabei jedoch zwangsläufig aus dem gewählten Biegeradius. Querschnittsveränderungen an dem Rohr sind mit dieser bekannten Maschine nicht möglich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und insbesondere eine Biegevorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Fertigungsflexibilität und -vielfalt bei effizienter Arbeitsweise gewährleistet, sowie ein entsprechendes Verfahren hierfür anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Biegeorgan in drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden bewegbar gelagert ist. Hierdurch sind Umformvorgänge ohne räumliche Einschränkungen ausführbar. Insbesondere können Biegungen um eine Raumachse zusätzlich zu translatorischen Verschiebungen des Biegeorgans überlagert werden. Damit läßt sich das Spannungsverhalten innerhalb des Werkstückes gezielt beeinflussen. Insbesondere können die Umformgrenzen gezielt ausgelastet werden, womit eine Erweiterung der Fertigungsvielfalt hinsichtlich herstellbarer Werkstückgeometrien infolge Spannungsoptimierung erzielt werden kann.

Aufgrund der hohen Beweglichkeit des Biegeorgans können auch räumlich komplizierte Werkstückgeometrien mit ein und demselben Biegeorgan hergestellt werden, so daß eine hohe Fertigungsflexibilität bei gleichzeitig effizienter Arbeitsweise erzielt wird.

Es lassen sich stangenartige Werkstücke in bis zu acht Freiheitsgraden verformen.

Durch gezielte Bewegungen des Biegeorgans können

auch definierte Querschnittsänderungen am Werkstück über dessen gesamte Länge oder auch in Teilbereichen desselben verwirklicht werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Biegeorgan über sechs längenverstellbare Streben an einem Maschinenrahmen gelagert, wobei jede Strebe an dem Biegeorgan wie an dem Maschinenrahmen angelenkt ist. Hierdurch läßt sich eine besonders steife und lageunabhängige Abstützung des Bewegungsorgans verwirklichen, so daß der Einfluß der Nachgiebigkeit der Maschinenstruktur auf die Biegegenauigkeit vernachlässigbar ist.

Vorteilhafterweise weist das Biegeorgan eine Erfassungsöffnung auf, die sich durch dieses hindurch erstreckt, zum Führen des Werkstückes, wobei die Erfassungsöffnung einen profilierten Querschnitt zur Begrenzung der Drehung des Werkstückes in der Erfassungsöffnung aufweist. Damit kann das Werkstück auch während des Biegevorganges in dem Biegeorgan gleiten, so daß ein Biegen bei gleichzeitigem Verschieben des Werkstückes möglich ist. Der profilierte Querschnitt stellt dabei sicher, daß das Werkstück trotz seiner gleitbeweglichen Aufnahme in der Erfassungsöffnung von dem Biegeorgan zum Zweck der Durchführung der Biegebewegung mitgenommen wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist ein Schwingungserzeuger zur Beaufschlagung des Biegeorgans und/oder der feststehenden Werkstückaufnahme mit Vibrationen bzw. Schwingungen vorgesehen. Hierdurch wird das Verschieben des Werkstückes während des Biegevorganges unterstützt. Auch wirkt sich dies positiv auf die Spannungsverteilung in der Biegestelle aus. Durch die Schwingungen bzw. Vibrationen werden somit die Umformbedingungen und auch die Eigenschaften des tribologischen Systems Werkstück/Biegeorgan verbessert, so daß insgesamt kleinere Biegeradien hergestellt werden können. Zudem können aus den durch die Schwingungen erzeugten Bewegungen, Kräften und/oder Momenten an dem Werkstück sowie an dem Biegeorgan selbst Rückschlüsse auf das elastische Verhalten des Werkstückes, insbesondere dessen Rückfedervermögen, gezogen und während des Biegevorganges berücksichtigt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine Steuervorrichtung vorgesehen, die Ausgangssignale zur Veränderung der Länge der längenverstellbaren Streben erzeugt. Dabei werden die Werkstückformdaten der herzustellenden Werkstückgeometrie sowie Werkstück-Halbzeugeigenschaften, die den noch unverformten Werkstückrohling betreffen, berücksichtigt. Diese Daten können beispielsweise direkt aus einem CAD-System heruntergeladen werden und ermöglichen dann eine Integration von Werkstückentwurf und Herstellung in einem durchgehend automatisierten Prozeß.

Vorzugsweise ist ein Aufnehmer zur Erfassung der Schwingungen des Werkstückes und/oder der auf das Biegeorgan wirkenden Kräfte und/oder der auf das Biegeorgan wirkenden Momente vorgesehen, der mindestens ein Signal erzeugt, das die Rückfederungsneigung des Werkstückes repräsentiert. Somit kann die sich mit der Verformung des Werkstückes verändernde Rückfederungsneigung desselben an jeder beliebigen Stelle festgestellt werden, so daß das Auffinden von Biegefehlern erleichtert wird. Vorzugsweise werden die Rückfederungssignale auf die Steuervorrichtung aufgeschaltet und während des Biegevorganges zur Kompensation der Rückfederung des Werkstückes bei der Erzeugung der Ausgangssignale für die Bewegung der Streben bzw. den Vorschub des Werkstückes berücksichtigt.

Vorzugsweise ist eine Meßeinrichtung außerhalb der Einflußzone einer Wirk- bzw. Biegestelle vorgesehen, um Formabweichungen des gebogenen Werkstückes von einer

Sollform zu erfassen und in Zusammenwirkung mit der Steuervorrichtung ein Korrektursignal zu erzeugen, das bei der Erzeugung der Ausgangsteuersignale verwertet wird. Damit läßt sich sicherstellen, daß während des Biegevorganges bereits entstandene Formabweichungen des Werkstückes im Hinblick auf die Anschlußmaße des Werkstückes, d. h. die relative Lage von Anfangspunkt und Endpunkt des Werkstückes korrigiert werden, so daß bei geringfügigen Formabweichungen ein beispielsweise so erzeugtes Rohrteil in ein vorgegebenes Rohrleitungssystem eingebaut werden kann und das Werkstück nicht nochmals, dann entsprechend korrigiert, hergestellt werden muß.

Die eingangs genannte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zum Biegen stangenartiger Werkstücke, bei dem das zu biegende Werkstück an einem ersten Werkstückabschnitt durch eine feststehende Werkstückaufnahme und an einem weiteren Werkstückabschnitt durch ein bewegbares Biegeorgan erfaßt wird und bei dem in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Werkstückform das Werkstück durch Bewegungen des bewegbaren Biegeorgans in den drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden gebogen wird. Somit sind auch komplexe dreidimensionale Biegeformstücke schnell und einfach herstellbar.

Vorzugsweise werden in Abhängigkeit des Vorschubes Markierungen auf dem noch unverformten Werkstück aufgebracht, die nach erfolgter Umformung des Werkstückes von einer Meßvorrichtung erfaßt werden. Hierdurch kann die Erfassung von Formabweichungen vereinfacht und bereits während des weiteren Biegeverfahrens mit berücksichtigt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird bei hohlen Werkstücken dieses mit einem flexiblen Medium befüllt. Durch eine gezielte Auswahl des Befüllungsmediums ist es möglich, den Spannungszustand in dem Werkstück gezielt einzustellen.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im folgenden wird nun die Erfindung anhand eines in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiels erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Gesamtansicht der Biegevorrichtung nach dem Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 zeigt ein Biegeorgan einschließlich seiner Aufhängung an einem Maschinenrahmen.

Die in Fig. 1 gezeigte Biegevorrichtung weist eine feststehende Werkstückaufnahme 3 und ein relativ dazu bewegbares Biegeorgan 4 auf. Beide sind jeweils mit Gleitführungen versehen, entlang derer ein stangenartiges Werkstück 1 vorwärts bewegt werden kann. Hierzu ist vor der feststehenden Werkstückaufnahme 3 eine Vorschubvorrichtung 2 angeordnet, die den noch unverformten Teil des Werkstückes schrittweise oder auch kontinuierlich in Richtung des hinter dem feststehenden Träger 3 angeordneten Biegeorgans 4 vorschiebt. Die Vorschubvorrichtung besitzt dabei einen einachsigen Vorschubantrieb, dessen Arbeitsrichtung zu der profiliert ausgebildeten Gleitführung der feststehenden Werkstückaufnahme 3 ausgerichtet ist.

Das Biegeorgan 4 ist, wie insbesondere in Fig. 2 erkennbar ist, innerhalb eines dieses umgebenden Maschinenrahmens 6 über sechs Streben 5 in drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden bewegbar gelagert bzw. aufgehängt. Das Bewegungsorgan 4 selbst ist dabei hülsenartig ausgebildet und weist eine profilierte Erfassungsöffnung auf, mit der ein weiterer Werkstückabschnitt erfaßt wird. Die Profilierung der Erfassungsöffnung ist dem zu biegenden Halbzeugmaterial angepaßt und derart profiliert, daß gebogene Bereiche des Werkstückes 1 problemlos während des Vorschiebens durch die Erfassungsöffnung gleiten können, andererseits aber Drehungen des Werkstückes in der

Erfassungsöffnung begrenzt werden, so daß ein Mitnehmen des Werkstückes, durch das die eigentliche Biegung erfolgt, gewährleistet bleibt.

Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, erfolgt die Aufhängung des Biegeorgans 4 über sechs Streben, die jeweils an dem Biegeorgan und an dem Maschinenrahmen 6 angelenkt sind. Dabei sind drei Streben in einem ersten Endbereich des hülsenartig ausgebildeten Biegeorgans 4 und drei weitere Streben in einem gegenüberliegenden Endbereich angelenkt, so daß sich eine gleichmäßige Abstützung des Biegeorgans innerhalb des Maschinenrahmens und damit eine im wesentlichen ortsunabhängige Nachgiebigkeit der Aufhängung des Biegeorgans 4 ergibt. Jede der Streben 5 ist in ihrer Länge veränderbar. Vorzugsweise sind die Streben 5 als Hydraulikzylinder ausgebildet. Durch diese Hexapodaufhängung läßt sich das Biegeorgan 4 gleichzeitig in allen sechs Freiheitsgraden, d. h. drei räumlichen und drei translatorischen Freiheitsgraden, ohne jede räumliche Einschränkungen relativ zu der feststehenden Werkstückaufnahme 3 bewegen, so daß auch räumlich komplizierte Werkstücke in einfacher Weise ohne Austausch des Biegeorgans herstellbar sind.

Das Umformen eines Werkstückes erfolgt prozeßabhängig durch eine beliebige Kombination von Querbewegungen und Drehbewegungen des Bewegungsorgans 4 wie auch durch Vorschubbewegungen des Werkstückes bei ausgeletem Bewegungsorgan 4. Alle Bewegungen können einzeln oder synchron ausgeführt werden. Durch Heranführen oder Entfernen des Biegeorgans 4 von der feststehenden Werkstückaufnahme 3 können die Hebelverhältnisse während des Biegevorganges variiert werden.

Das innen profilierte Biegeorgan 4 kann so geführt werden, daß keine Verkantungen mit dem bereits umgeformten Werkstück entstehen. Dadurch sind größere Verformungen mit höherem Umformgrad und Torsionsbiegungen möglich.

Die Bewegungen der einzelnen Streben sowie der Vorschubvorrichtung werden durch Ausgangsteuersignale einer Steuervorrichtung 8 gesteuert. Diese werden in Abhängigkeit vorgegebener Werkstückformdaten und Werkstück-Halbzeugeigenschaften, beispielsweise Materialkennwerte und/oder Halbzeugmaßen, in der Steuervorrichtung 8 erzeugt und definieren die Bewegungen der Streben bzw. Vorschubeinrichtung.

In einer alternativen Ausführungsform weist die Biegevorrichtung zusätzlich einen Schwingungserzeuger zur Beaufschlagung des Biegeorgans 4 mit mechanischen Schwingungen (Vibrationen) auf. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel übernehmen die längenverstellbaren Streben 5 die Funktion der Schwingungserzeugung, indem diese durch entsprechend in der Steuervorrichtung generierte Signale zu Schwingungen angeregt werden. Diese mechanischen Schwingungen werden den Bewegungen der Streben 5 überlagert. Sie beeinflussen nicht nur den inneren Biegevorgang in dem Werkstück im Sinne einer Vergleichmäßigung der Spannungsverteilung, sondern unterstützen gleichzeitig auch das Gleiten des Werkstückes 1 in den Gleitführungsabschnitten der feststehenden Werkstückaufnahme 3 sowie des Biegeorgans 4, so daß auch enge Biegeradien sowie nur geringfügige Umformungen mit großer Genauigkeit verwirklicht werden können.

Weiterhin weist die Biegevorrichtung einen Aufnehmer (nicht abgebildet) zur Erfassung der Schwingungen des Werkstückes sowie der auf das Biegeorgan wirkenden Kräfte und Momente auf. Hieraus wird in Kenntnis der aufgeführten mechanischen Schwingungen ein Signal generiert, das einen Kennwert für die Rückfederungsneigung des Werkstückes 1 darstellt. Dieses Rückfederungssignal wird auf die Steuervorrichtung 8 aufgeschaltet und bei der Erzeugung der Ausgangsteuersignale für die Streben sowie die

Vorschubeinrichtung mit verwendet, um die Rückfederung des Werkstückes 1 bereits während des Biegevorganges zu kompensieren.

Weiterhin weist die Biegevorrichtung eine Meßeinrichtung zur Erfassung von Formabweichungen des gebogenen Werkstückes von einer Sollform auf. Diese Meßeinrichtung 7 ist hinter dem Biegeorgan 4 außerhalb des eigentlichen Arbeitsbereiches des Biegeorgans angeordnet. Die Meßeinrichtung 7 erfaßt die Lage von Markierungen, die von einer Markierungsvorrichtung 10 auf das noch unverformte Werkstück aufgebracht wurden. Die Aufbringung der Markierungen erfolgt dabei vorzugsweise proportional zu dem Vorschubweg des Werkstückes 1. Die Lage der erfaßten Markierungspunkte wird mit der Soll-Lage dieser Punkte, die aus der Soll-Form des Werkstückes ermittelt wird, verglichen. Aus den dabei festgestellten Abweichungen wird ein Korrektursignal generiert, das bei der Erzeugung der Ausgangssignale mitverwertet wird. Die Kompensation der festgestellten Abweichungen erfolgt dabei im Hinblick auf die Soll-Lage der Endpunkte des zu biegenden Werkstückes, so daß trotz während des Biegeverfahrens auftretender Abweichungen der Anfang und das Ende des umgeformten stangenförmigen Werkstückes die gewünschte Lage zueinander aufweisen.

Zur Erzielung eines definierten Spannungszustandes können hohle Werkstücke mit einem flexiblen Medium befüllt werden. Hierfür eignen sich insbesondere niedrig schmelzende Legierungen wie Cerrotor und Zamak oder auch Metallschäume oder flüssige, pastöse oder körnige Medien. Letztere werden vor der Biegung des Werkstückes mit Druck beaufschlagt. In das Biegeverfahren können weitere Umformvorgänge, beispielsweise ein Prägen des Werkstückes oder auch Trennvorgänge wie Schneiden oder Lochen oder Fügevorgänge integriert werden.

Alternativ zu der optischen Auswertung der Ist-Form des umgeformten Werkstückes mit der Meßeinrichtung 7 kann auch eine Abtastung des Werkstückes erfolgen. Die Korrektur der Formabweichungen in einem vermessenen Segment wird vorzugsweise bereits durch Korrekturwerte im zu biegenden Folgesegment korrigiert. Mit dieser adaptiven Biegestrategie lassen sich Lagefehler zwischen den Anfangs- und Endpunkt des herzustellenden Werkstücks minimieren.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Biegen stangenartiger Werkstücke (1), die aufweist:
eine feststehende Werkstückaufnahme (3) zum Erfassen eines ersten Werkstückabschnittes, und
ein relativ dazu bewegbares Biegeorgan (4) zum Erfassen eines weiteren Werkstückabschnittes,
dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeorgan in drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden bewegbar gelagert ist.
2. Biegevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeorgan (4) über sechs längenverstellbare Streben (5) an einem Maschinenrahmen (6) gelagert ist, wobei jede Strebe (5) an dem Biegeorgan und an dem Maschinenrahmen angelenkt ist.
3. Biegevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegeorgan (4) eine Erfassungsöffnung zum Führen des Werkstückes aufweist, die sich durch das Biegeorgan hindurch erstreckt, wobei die Erfassungsöffnung einen profilierten Querschnitt zur Begrenzung der Drehung des Werkstückes in der Erfassungsöffnung aufweist.
4. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die feststehende Werk-

stückaufnahme (3) und/oder das Biegeorgan (4) als Gleitföhrungsaufnahme ausgebildet sind.

5. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schwingungserzeuger zur Beaufschlagung des Biegeorgans (4) und/oder der feststehenden Werkstückaufnahme (3) mit Vibrationen vorgesehen ist.

6. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuervorrichtung (8) vorgesehen ist, die Ausgangssignale zur Veränderung der Länge der längenverstellbaren Streben (5) erzeugt, in Abhängigkeit von vorgebbaren Werkstückformdaten und Werkstück-Halbzeugeigenschaften.

7. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aufnehmer zur Erfassung der Schwingungen des Werkstückes und/oder der auf das Biegeorgan (4) wirkenden Kräfte und/oder der auf das Biegeorgan (4) wirkenden Momente vorgesehen ist, der mindestens ein Signal erzeugt, das die Rückfederungsneigung des Werkstückes (1) repräsentiert.

8. Biegevorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Streben (5) als Schwingungserzeuger dienen (?).

9. Biegevorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die Rückfederungssignale auf die Steuervorrichtung (8) aufgeschaltet sind zur Kompensation der Rückfederung des Werkstückes bei der Erzeugung der Ausgangssignale.

10. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorschubvorrichtung (2) zum Bewegen des Werkstückes (1) entlang seiner Längsrichtung vorgesehen ist, wobei die Bewegung der Vorschubeinrichtung durch Ausgangssignale der Steuervorrichtung (8) erfolgt.

11. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Meßeinrichtung (7) außerhalb der Einflußzone einer Wirk- bzw. Biegestelle vorgesehen ist zur Erfassung von Formabweichungen des gebogenen Werkstückes von einer Sollform und zur Erzeugung, in Zusammenarbeit mit der Steuervorrichtung, eines Korrektursignals, das bei der Erzeugung der Ausgangssignale verwertet wird.

12. Verfahren zum Biegen stangenartiger Werkstücke, bei dem das zu biegende Werkstück (1) an einem ersten Werkstückabschnitt durch eine feststehende Werkstückaufnahme (3) und an einem weiteren Werkstückabschnitt durch ein bewegbares Biegeorgan (4) erfaßt wird und bei dem in Abhängigkeit einer vorgegebenen Soll-Werkstückform das Werkstück (1) gebogen wird durch Bewegungen des bewegbaren Biegeorgans (4) in den drei translatorischen und drei rotatorischen Freiheitsgraden.

13. Biegeverfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (1) während der Biegebewegung des als Gleitföhrungsaufnahme ausgebildeten Biegeorgans (4) in Richtung seiner unverformten Längsachse vorwärts bewegt wird.

14. Biegeverfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Biege- und/oder Vorschubbewegungen mechanische Schwingungen überlagert werden.

15. Biegeverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit des Vorschubes Markierungen auf dem noch unverformten Werkstück aufgebracht werden, die nach erfolgter Umformung des Werkstückes von einer Meßvorrichtung (7)

zur Erfassung von Formabweichungen erfaßt werden.

16. Biegeverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß bereits umgeformte Abschnitte des Werkstückes während des Biegevorganges vermessen, Formabweichungen festgestellt und festgestellte Formabweichungen während des weiteren Biegevorganges so berücksichtigt werden, daß eine Kompensation der Abweichungen bei den weiteren Biege- und/oder Vorschubbewegungen unter Berücksichtigung der Soll-Lage des Endpunktes des zu biegenden Werkstückes erfolgt.

17. Biegeverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die aus den aufgetragenen Schwingungen an dem Biegeorgan (4) und/oder dem Werkstück resultierenden Kräfte und/oder Momente erfaßt werden zur Ermittlung der Rückfederungsneigung des Werkstückes, und daß daraus ein oder mehrere Korrekturgrößen gebildet und bei der Vorgabe von Biege- und/oder Vorschubbewegung zur Kompensation der Rückfederung berücksichtigt werden.

18. Biegeverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei hohlen Werkstücken diese in Abhängigkeit eines gewünschten Spannungszustandes in dem Werkstück mit einem flexiblen Medium befüllt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

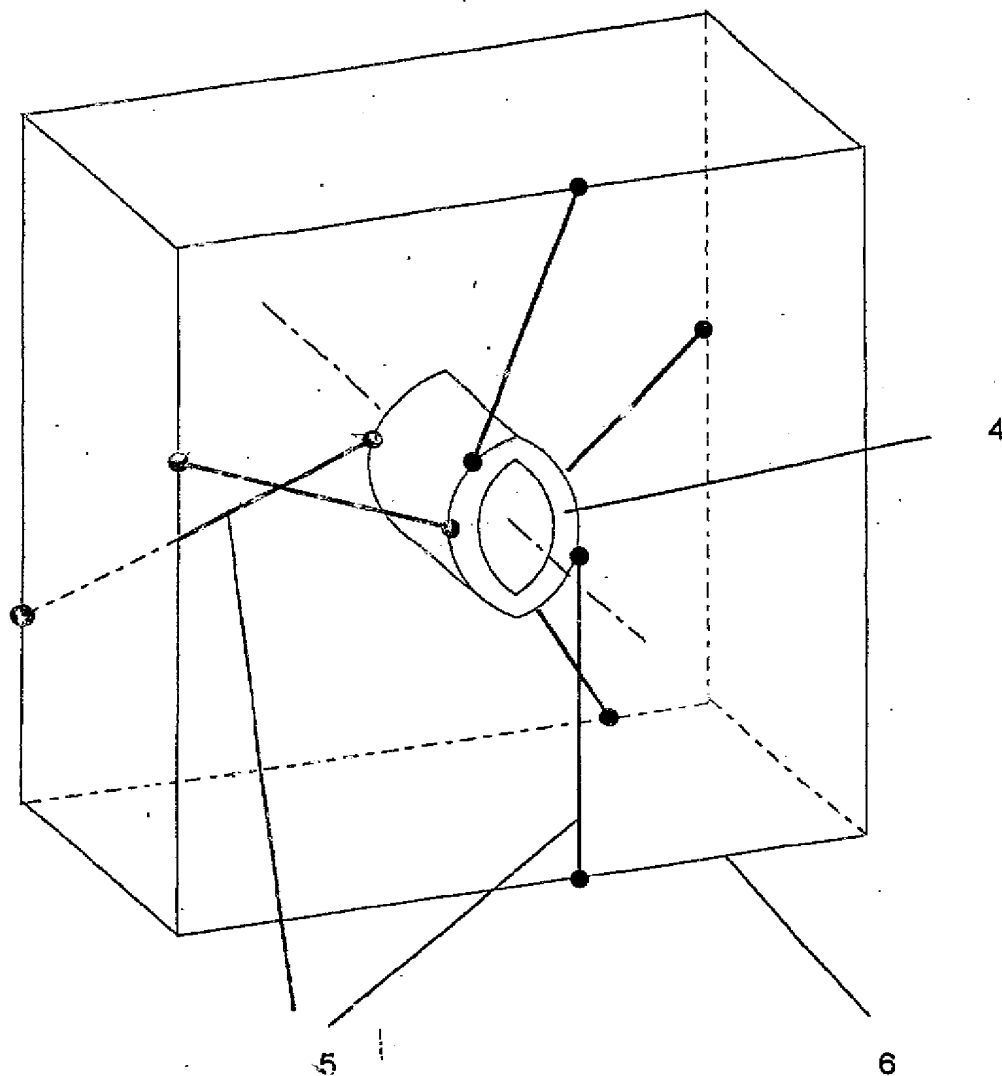


Fig. 1

Fig. 2

